



#3

Practitioner's Docket No. 7040-46

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Schaldach, Prof. Dr. Max; Lootz, Daniel; Koop, Karsten; and Kranz, Dr. Curt
Application No.: 09/974,780 Group No.: 3731
Filed: 10/09/2001 Examiner:
For: STENT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country: Germany

Application Number: 100 50 971.1

Filing Date: 10/10/2000

Reg. No.: 33,390
Tel. No.: 330-864-5550
Customer No.: 021324

Signature of Practitioner

Stephen L. Grant
Hahn, Loeser + Parks, LLP
Twin Oaks Estate
1225 W. Market Street
Akron, OH 44313

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. section 1.8a)

I hereby certify that this correspondence is, on the date shown below, being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

Date: 26 NOV. 2001

Signature

STEPHEN L. GRANT
(type or print name of person certifying)

(Transmittal of Certified Copy--page 1 of 1)

#3

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

100 50 971.1

Anmeldetag:

10. Oktober 2000

Anmelder/Inhaber:

BIOTRONIK Meß- und Therapiegeräte GmbH & Co
Ingenieurbüro Berlin, Berlin/DE

Bezeichnung:

Stent

IPC:

A 61 F, A 61 M

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. September 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Nietiedt

Berlin
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Ing. Henning Christiansen
Dipl.-Ing. Joachim von Oppen
Dipl.-Ing. Jutta Kaden
Dipl.-Ing. Mathias Karlhuber

Pacelliallee 43/45
D-14195 Berlin
Tel. +49-(0)30-841 8870
Fax +49-(0)30-8418 8777
Fax +49-(0)30-832 7064
mail@eisenfuhr.com

Bremen
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Ing. Günther Eisenführ
Dipl.-Ing. Dieter K. Speiser
Dr.-Ing. Werner W. Rabus
Dipl.-Ing. Jürgen Brügge
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt
Dipl.-Ing. Klaus G. Göken
Jochen Ehlers
Dipl.-Ing. Mark Andres

Rechtsanwälte
Ulrich H. Sander
Sabine Richter

Hamburg
Patentanwalt
European Patent Attorney
Dipl.-Phys. Frank Meier

Rechtsanwälte
Christian Spintig
Rainer Böhm
Silja J. Greischel

München
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Rainer Fritsche
Lbm.-Chem. Gabriele Leißler-Gerstl
Patentanwalt
Dipl.-Chem. Dr. Peter Schuler

Alicante
European Trademark Attorney
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt

Berlin, 10. Oktober 2000

Unser Zeichen: BB1166 JVO/MK/js

Anmelder/Inhaber: BIOTRONIK Meß- und Therapiegeräte GmbH & Co.
Ingenieurbüro Berlin

Amtsaktenzeichen: Neuanmeldung

BIOTRONIK Meß- und Therapiegeräte GmbH & Co. Ingenieurbüro Berlin
Woermannkehe 1, 12359 Berlin

Stent

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stent, insbesondere einen Koronarstent, zum Expandieren von einem ersten Zustand in einen aufgeweiteten zweiten Zustand, in dem er ein Gefäß aufgeweitet hält, mit einem rohrförmigen Körper, dessen Mantel von einer Anzahl in Längsrichtung des Stents verlaufender Stützabschnitte aus Stegelementen gebildet ist, die über Verbindungsstege verbunden sind. Dabei ist eine Anzahl von Stützabschnittgruppen mit wenigstens einem ersten Stützabschnitt und einem in Umfangsrichtung des Stents benachbarten zweiten Stützabschnitt vorgesehen, deren Stegelemente mäanderförmig in Längsrichtung des Stents verlaufen. Weiterhin greifen die ersten Angriffspunkte erster Verbindungsstege an dem ersten Stützabschnitt und die zweiten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege an dem zweiten Stützabschnitt an.

Bei einem Stent handelt es sich um ein so genanntes intraluminales Expansions-element, welches dazu eingesetzt wird, ein Gefäß, beispielsweise ein Blutgefäß,

des menschlichen oder tierischen Körpers in einem aufgeweiteten Zustand zu halten. Hierzu wird der Stent in einem komprimierten ersten Zustand mittels eines entsprechenden Katheters an die aufgeweitet zu haltende Stelle im Gefäß herangeführt. Ist die Implantationsstelle erreicht, wird der Stent radial in einen aufgeweiteten zweiten Zustand expandiert. Bei so genannten ballonexpandierbaren Stents wird der Stent dabei mittels eines Ballonkatheters so stark aufgeweitet, dass er auf Grund plastischer Verformung auch nach Entfernen des Ballons seinen aufgeweiteten zweiten Zustand beibehält und somit das Gefäß abstützt. Bei den so genannten selbstexpandierenden Stents wird der Stent, beispielsweise durch einen Hüllkatheter, gegen eine Rückstellkraft in einem komprimierten ersten Zustand gehalten. Dieser Zwang wird an der Implantationsstelle gelöst, so dass der Stent von selbst seinen aufgeweiteten zweiten Zustand annimmt.

Als gattungsgemäßer Stent ist beispielsweise der Crown Palmaz-SchatzTM Koronarstent der Fa. Cordis, Warren, NJ, US, bekannt, bei dem in Längsrichtung des Stents mäanderförmig verlaufende Stegelemente im Bereich von Wendepunkten der Stegelemente über in Umfangsrichtung des Stents verlaufende Verbindungsstege verbunden sind. Diese Stents sind zwar auf Grund ihrer Gestaltung mit den in Längsrichtung des Stents verlaufenden mäanderförmig in Stegelementen relativ flexibel, sie weisen jedoch den Nachteil auf, dass sie sich relativ stark bei Expansion vom ersten in den zweiten Zustand verkürzen. Dies ist unerwünscht, da sich hierbei zum einen ihre Lage im Blutgefäß ändert und zum anderen bei der Verkürzung unter Umständen erhebliche Belastungen auf das Blutgefäß ausgeübt werden können.

Der vorliegende Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, einen gattungsgemäßen Stent zur Verfügung zu stellen, der die oben genannten Nachteile nicht oder zumindest in geringerem Maß aufweist und insbesondere zumindest eine reduzierte Verkürzung bei der Expansion aufweist.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Stent gemäß dem Oberbegriff des

Anspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Der vorliegenden Erfindung liegt die technische Lehre zu Grunde, dass man einen gattungsgemäßen Stent mit zumindest reduzierter Verkürzung bei der Expansion erhält, wenn die ersten und zweiten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege in einer ersten Längsrichtung des Stents zueinander beabstandet sind und die ersten Verbindungsstege derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt der ersten Verbindungsstege in der ersten Längsrichtung beim Expandieren des Stents zur Kompensation der Verkürzung der Stützabschnitte ändert. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass die ersten Verbindungsstege derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sich die Neigung der Verbindungslinie zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt des ersten Verbindungssteiges bezüglich der Umfangsrichtung des Stents beim Expandieren des Stents ändert.

Durch die erfindungsgemäße Abstandsänderung zwischen den ersten Angriffspunkten der Verbindungsstege an dem ersten Stützabschnitt und den zweiten Angriffspunkten der Verbindungsstege am zweiten Stützabschnitt wird der erste Stützabschnitt bezüglich in Umfangsrichtung angrenzenden zweiten Stützabschnitts in Längsrichtung des Stents verschoben. Die Verschiebungen der Stützabschnitte in den Stützabschnittgruppen sind dabei erfindungsgemäß so gewählt, dass sich über den Stentumfang eine mehr oder weniger starke Kompensation der Verkürzung der Stützabschnitte bei der Expansion des Stents ergibt. Der Grad der Kompensation ergibt sich dabei je nach dem Verhältnis dieser Verschiebungen in Längsrichtung zur Verkürzung der Stegelemente. Es versteht sich, dass hierbei auf Grund der Expansion des Stents eine mehr oder weniger starke Abstandsänderung der Angriffspunkte der Stegelemente in Umfangsrichtung des Stents erfolgt.

Die Stützabschnitte werden bevorzugt in Umfangsrichtung des Stents abwechselnd in der beschriebenen Weise zueinander verschoben. Es versteht sich jedoch auch,

dass mehrere in Umfangsrichtung aufeinanderfolgende Stützabschnitte Blöcke ohne eine solche Kompensation bilden. Diese Stützabschnittblöcke sind dann in der erfindungsgemäßen Weise miteinander verbunden. Sie werden demgemäß blockweise zueinander verschoben, um wiederum insgesamt über den Stent eine mehr oder weniger starke Kompensation zu erzielen. Es versteht sich weiterhin, dass mehrere in Umfangsrichtung aufeinander folgende Stützabschnitte oder Stützabschnittblöcke in derselben Richtung verschoben werden können. Das ist dann lediglich erforderlich, dass in Umfangsrichtung weitere Stützabschnitte oder Stützabschnittblöcke vorgesehen sind, wie zueinander in der entgegengesetzten Richtung verschoben werden. Um eine Verdrillung bzw. Verzerrung zu vermeiden, wäre diese weiteren Stützabschnitte bzw. Stützabschnittblöcke dann um denselben Betrag in der entgegengesetzten Richtung zueinander verschoben.

Die Stützabschnitte werden wie erwähnt bevorzugt in Umfangsrichtung des Stents abwechselnd in der beschriebenen Weise zueinander verschoben. Hierzu verlaufen vorzugsweise wenigstens die Stegelemente eines ersten Stützabschnitts sowie der beiden in Umfangsrichtung zu beiden Seiten des ersten Stützabschnitts angeordneten zweiten Stützabschnitte mäanderförmig in Längsrichtung des Stents verlaufen und die ersten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege greifen an dem ersten Stützabschnitt und die zweiten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege an einem der zweiten Stützabschnitte an. Die ersten und zweiten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege sind in einer ersten Längsrichtung des Stents zueinander beabstandet sind und die ersten Verbindungsstege sind dabei derart ausgebildet und angeordnet, dass sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt der ersten Verbindungsstege in der ersten Längsrichtung beim Expandieren des Stents in der gleichen Weise ändert.

Durch die erfindungsgemäße gleichgerichtete Abstandsänderung zwischen den ersten Angriffspunkten der Verbindungsstege an dem ersten Stützabschnitt und den zweiten Angriffspunkten der Verbindungsstege an den beidseitig des ersten Stützabschnitts liegenden zweiten Stützabschnitten wird der erste Stützabschnitt

bezüglich der zu beiden Seiten in Umfangsrichtung angrenzenden zweiten Stützabschnitten in Längsrichtung des Stents verschoben, wodurch sich je nach dem Verhältnis dieser Verschiebung in Längsrichtung zur Verkürzung des Stegelements eine mehr oder weniger starke Kompensation der Verkürzung für den gesamten Stent ergibt. Es versteht sich, dass hierbei auf Grund der Expansion des Stents eine mehr oder weniger starke Abstandsänderung der Angriffspunkte der Stegelemente in Umfangsrichtung des Stents erfolgt.

Die Abstandsänderung zwischen den ersten Angriffspunkten der Verbindungsstege und den zugehörigen zweiten Angriffspunkten der Verbindungsstege soll in der gleichen Weise erfolgen, d. h. der Verlauf der Abstandsänderung ist zu beiden Seiten des ersten Stützabschnitts gleich. Hierbei müssen allerdings die Beträge der Abstandsänderung zu beiden Seiten nicht notwendigerweise dieselben sein. In diesem Fall sind die Verschiebungen in Längsrichtung zwischen den einzelnen Stegelementen über den gesamten Umfang vorzugsweise so gewählt, dass sich über den gesamten Stentumfang ein Ausgleich ergibt, um eine Verzerrung bzw. Verdrillung des Stents über seine Länge zu vermeiden. Vorzugsweise sind die Abstandsänderungen jedoch zu beiden Seiten nicht nur hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufes, sondern auch hinsichtlich ihres Betrages identisch. Hierdurch wird eine gleichmäßige Verkürzungskompensation erreicht, ohne dass es dabei zu Verzerrungen bzw. Verdrillungen des Stents kommt.

In welcher Richtung die Abstandsänderung zwischen den Angriffspunkten der Verbindungsstege erfolgt oder ob gegebenenfalls auch eine Richtungsänderung bei der Abstandsänderung erfolgt, ist unerheblich. So kann sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt der ersten Verbindungsstege in der ersten Längsrichtung beim Expandieren des Stents insgesamt verringern oder vergrößern. Es ist lediglich erforderlich, dass am Ende der Expansion ein entsprechend große betragsmäßige Abstandsänderung vorliegt.

Bei bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Stents sind die ersten Angriffs-

punkte und zusätzlich oder alternativ die zweiten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege im Bereich eines Wendepunkts, insbesondere am Wendepunkt, des betreffenden Stegelementes angeordnet, wodurch sich eine besonders einfache Gestaltung des Stents ergibt.

Die ersten Verbindungsstege können einen beliebigen Verlauf aufweisen. Vorzugsweise sind jedoch im wesentlichen geradlinig ausgebildet, da sich hiermit ein besonders einfach zu fertigender Stent ergibt, der zudem ein einfach nachvollziehbares und besonders gut reproduzierbares Verformungsverhalten aufweist.

Bevorzugte, weil einfach herzustellende Varianten des erfindungsgemäßen Stents zeichnen sich dadurch aus, dass die Verbindungslinie zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt der ersten Verbindungsstege im wesentlichen in Längsrichtung des Stents verläuft.

Die mäanderförmig in Längsrichtung verlaufenden Stegelemente haben vorzugsweise einen periodischen Verlauf. Dieser Verlauf kann beliebige Krümmungsverteilungen haben. So ist beispielsweise ein sinusförmiger Verlauf möglich. Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Stents zeichnen sich dadurch aus, dass wenigstens ein Stützabschnitt von einem in Längsrichtung des Stents mäanderförmig verlaufenden Stegelement gebildet ist, wobei je zwei in Längsrichtung des Stents benachbarte, zwischen den Wendepunkten verlaufende Stegelementabschnitte die Schenkel eines V bilden. Diese Gestaltung bringt eine besonders gute Flexibilität des Stents bezüglich seiner Längsrichtung mit sich.

Hierbei schließen die V-förmig angeordneten Stegelementabschnitte vorzugsweise einen Winkel zwischen 80° und 100° ein. Weiter vorzugsweise liegt dieser Winkel bei etwa 90° . Dies bewirkt eine gleichmäßige Struktur des Stents mit guten Verformungseigenschaften sowohl in Längs- als auch in Umfangsrichtung.

Bei günstigen Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Stents ist vorgesehen, dass

die Stegelemente der ersten und zweiten Stützabschnitte im wesentlichen den selben periodischen Verlauf aufweisen und die Länge der ersten Verbindungsstege derart gewählt ist, dass die benachbarten Stegelemente im ersten Zustand des Stents um bis zu einer Viertelperiode zueinander in Längsrichtung des Stents versetzt sind. Hierdurch ergibt sich im expandierten Zustand eine besonders gleichmäßige und gute Verteilung der Stützstellen für das Gefäß.

Eine besonders vorteilhafte, weil gleichmäßige Verteilung der Schnittstellen für das Gefäß ergibt sich insbesondere dann, wenn die Stegelemente der ersten und zweiten Stützabschnitte im wesentlichen den selben periodischen Verlauf aufweisen und die Länge der ersten Verbindungsstege derart gewählt ist, dass die benachbarten Stegelemente im zweiten Zustand des Stents bezüglich der Längsrichtung des Stents zueinander im wesentlichen in Phase verlaufen.

Bei bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Stents sind die Stegelemente zur Erhöhung der Flexibilität des Stents ausgebildet. Dies kann in vielfacher bekannter Weise erfolgen. Insbesondere kann dies vorzugsweise dadurch erzielt werden, dass wenigstens ein Stützabschnitt von einem Stegelement gebildet ist, dessen Krümmungsrichtung sich im Mittenbereich zwischen zwei Wendepunkten ändert, da hierdurch die Flexibilität der einzelnen Abschnitte des Stegelements erhöht wird.

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Anordnung aus einem Katheter zur Stentimplantation mit einem Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche. Hierbei kann es sich je nach Art des Stents um einen Ballonkatheter handeln, auf den der Stent aufgebracht, beispielsweise gecrimpt ist. Ebenso kann es sich um einen Hüllkatheter handeln, in dem ein als selbstexpandierender Stent ausgebildeter Stent in seinem ersten Zustand gehalten wird.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachstehenden Beschreibung bevorzugter Varianten

des erfindungsgemäßen Stents unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen. Es zeigen:

Figur 1 eine Draufsicht auf die Abwicklung des Mantels eine bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stents;

Figur 2 eine Draufsicht auf die Abwicklung des Mantels einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stents.

Figur 1 zeigt eine Draufsicht auf die Abwicklung des Mantels 1 einer bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Stents mit Stützabschnitten 2, die von in Längsrichtung des Stents mäanderförmig verlaufenden Stegelementen 3 gebildet sind. Diese Stegelemente 3 sind in Umfangsrichtung des Stents über erste Verbindungsstege 4 miteinander verbunden.

Der Stent weist Stützabschnittgruppen 1.1 mit einem ersten Stützabschnitt 2.1 und einem hierzu in Umfangsrichtung benachbarten zweiten Stützabschnitt 2.2 auf, wobei an den ersten Stegelementen 3.1 der ersten Stützabschnitte 2.1 die ersten Angriffspunkte 4.1 und an den zweiten Stegelementen 3.2 der zweiten Stützabschnitte 2.2 die zweiten Angriffspunkte 4.2 der Verbindungsstege 4 angreifen. Die Verbindungsstege 4 greifen dabei jeweils an einem Wendepunkt 5 des Stegelements 3 an.

Die Verbindungsstege 4 verlaufen geradlinig in Längsrichtung des Stents, so dass die ersten und zweiten Angriffspunkte 4.1 und 4.2 der Verbindungsstege 4 in Längsrichtung des Stents zueinander beabstandet sind. Bei der Expansion des Stents in seinen ausgeweiteten zweiten Zustand ändert sich die Ausrichtung der Verbindungsstege 4 bezüglich der Umfangsrichtung des Stents. Die Neigung der Verbindungsstege 4 bezüglich der Umfangsrichtung des Stents verringert sich. Hiermit verringert sich auch der Abstand der ersten Angriffspunkte 4.1 und der zweiten Angriffspunkte 4.2 bezüglich der Längsrichtung des Stents, so dass das

zweite Stegelement 3.2, d. h. der zweite Stützabschnitte 2.2, bezüglich des ersten Stegelements 3.1, d. h. bezüglich des ersten Stützabschnitts 2.1, in der ersten Längsrichtung 6.1 verschoben wird.

Diese Verschiebung zwischen dem ersten und zweiten Stützabschnitt 2.1 und 2.2 ist so groß, dass sie die Verkürzung der Stegelemente 3.1 und 3.2 bei der Expansion des Stents dahingehend kompensiert, dass der Abstand in Längsrichtung des Stents zwischen dem Endbereich des ersten Stegelements 3.1 in der ersten Längsrichtung 6.1 und dem Endbereich des zweiten Stegelements 3.2 in der entgegengesetzten zweiten Längsrichtung 6.2 im expandierten zweiten Zustand dem Abstand dieser Bereiche im nicht expandierten ersten Zustand entspricht.

Um eine Verdrillung bzw. Verzerrung des Stents bei der Expansion zu verhindern, grenzt an der anderen Seite des ersten Stegelements 3.1 ein weiteres zweites Stegelement 3.3 an. Dieses ist über Verbindungsstege 4 mit dem ersten Stegelement 3.1 verbunden, wobei an dem ersten Stegelement 3.1 die ersten Angriffspunkte 4.3 und an dem zweiten Stegelement 3.3 die zweiten Angriffspunkte 4.4 angreifen. Die Verbindungsstege 4 sind dabei so angeordnet, dass die ersten Angriffspunkte 4.1 und 4.3 jeweils in der ersten Richtung 6.1 zu den zugehörigen zweiten Angriffspunkten 4.2 und 4.4 beabstandet sind. Die Verbindungsstege 4 weisen dieselbe Länge auf, so dass hierdurch erreicht wird, dass sich die zweiten Stegelemente 3.2 und 3.3 in Längsrichtung des Stents bei der Expansion nicht zueinander verlagern, da sich der Abstand zwischen den ersten Angriffspunkten 4.1, 4.3 und den zweiten Angriffspunkten 4.2 bzw. 4.4 der Verbindungsstege in derselben Weise ändert.

Die Stegelemente 3 und die Verbindungsstege 4 sind im gezeigten Beispiel so angeordnet, dass sich in Umfangsrichtung jeweils ein erstes und ein zweites Stegelement abwechseln. Hierdurch wird eine verzerrungsfreie Verkürzungskompensation erzielt. Es versteht sich jedoch, dass der anderen Varianten des erfindungsgemäßen Stents auch andere Konfigurationen vorgesehen sein können. So

können beispielsweise statt eines ersten Stützabschnitts aus einem einzigen Stegelement Stützabschnitte aus mehreren in Umfangsrichtung aneinander anschließenden, nicht in der beschriebenen Weise verbundenen oder ausgestalteten Stegelementen vorgesehen sein. Der erste Stützabschnitt kann aber dann wiederum in der beschriebenen Weise über entsprechende Verbindungsstege mit zu beiden Seiten angrenzenden, gegebenenfalls entsprechend gestalteten zweiten Stützabschnitten verbunden sein, so dass insgesamt wieder eine entsprechende verzerrungsfreie Verkürzungskompensation erzielt wird.

Die Stegelemente 3 verlaufen in Längsrichtung des Stents periodisch, wobei je zwei in Längsrichtung des Stents benachbarte, zwischen den Wendepunkten 5 verlaufende Stegelementabschnitte 3.4 und 3.5 die Schenkel eines V bilden. Die Stegelementabschnitte 3.4 und 3.5 schließen dabei einen Winkel von 90° ein. Durch die gewählte Konfiguration wird eine besonders einfache Herstellbarkeit des Stents erzielt. Zudem ergibt sich hiermit eine besonders gute Flexibilität des Stents bezüglich seiner Längsachse.

Die Länge der Verbindungsstege 4 ist so gewählt, dass die benachbarten Stegelemente 3.1, 3.2 und 3.3 im expandierten Zustand des Stents bezüglich der Längsrichtung des Stents miteinander in Phase verlaufen. Hierzu ist die Länge der Verbindungsstege 4 so gewählt, dass die ersten und zweiten Stegelemente 3.1 und 3.2 bzw. 3.3 im dargestellten ersten Zustand des Stents um etwa ein Zehntel ihrer Periode zueinander in Längsrichtung verschoben angeordnet sind.

Die Stegelemente 3 sind zudem zur Erhöhung der Flexibilität des Stents ausgebildet, indem sich ihre Krümmungsrichtung im Mittenbereich zwischen zwei Wendepunkten 5 ändert. Diese leicht S-förmige Gestalt bewirkt eine geringere Steifigkeit der Stegelemente gegenüber in Längsrichtung des Stents wirkenden Kräften und damit eine erhöhte Flexibilität des Stents.

Figur 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf die Abwicklung des Mantels 1' einer

bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Stents mit Stützabschnitten 2', die von in Längsrichtung des Stents mäanderförmig verlaufenden Stegelementen 3' gebildet sind. Diese Stegelemente 3' sind in Umfangsrichtung des Stents über erste Verbindungsstege 4' miteinander verbunden.

Diese Variante unterscheidet sich in ihren grundsätzlichen Aufbau und ihre grundsätzlichen Funktion nicht von der Variante aus Figur 1, so dass lediglich auf die Unterschiede eingegangen werden soll. Der Unterschied besteht darin, dass die Verbindungsstege 4' derart angeordnet sind, dass benachbarte Stegelemente 3' beim Expandieren des Stents paarweise jeweils in dieselbe erste Längsrichtung 6.1' verschoben werden, während die in Umfangsrichtung anschließenden nächsten beiden Stegelemente 3' beide jeweils in die entgegengesetzte zweite Längsrichtung 6.2 verschoben werden. Es sind dabei so viel Paare von Stegelementen 3' vorgesehen, dass sich insgesamt über den Umfang des Stents eine verdrillungsfreie Längenkompensation ergibt.

Es versteht sich, dass bei anderen Varianten auch eine andere Anzahl aneinander angrenzender jeweils in dieselbe Längsrichtung verschobener Stegelemente vorgesehen sein kann.

Patentansprüche

1. Stent, insbesondere Koronarstent, zum Expandieren von einem ersten Zustand in einen aufgeweiteten zweiten Zustand, in dem er ein Gefäß aufgeweitet hält, mit einem rohrförmigen Körper, dessen Mantel (1; 1') von einer Anzahl in Längsrichtung des Stents verlaufender Stützabschnitte (2; 2') aus Stegelementen (3, 3.1; 3.2, 3.3; 3') gebildet ist, die über Verbindungsstege (4, 4') verbunden sind, wobei eine Anzahl von Stützabschnittgruppen (1.1) mit wenigstens einem ersten Stützabschnitt (2.1) und einem in Umfangsrichtung des Stents benachbarten zweiten Stützabschnitt (2.2, 2.3) vorgesehen ist, deren Stegelemente (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') mäanderförmig in Längsrichtung des Stents verlaufen, und wobei die ersten Angriffspunkte (4.1, 4.3) erster Verbindungsstege (4) an dem ersten Stützabschnitt (2.1) und die zweiten Angriffspunkte (4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4; 4') an dem zweiten Stützabschnitt (2.2, 2.3) angreifen, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Angriffspunkte (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4; 4') in Längsrichtung des Stents zueinander beabstandet sind und die ersten Verbindungsstege (4; 4') derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4; 4') in Längsrichtung des Stents beim Expandieren des Stents zur Kompensation der Verkürzung der Stützabschnitte (2, 2.1, 2.2, 2.3; 2') ändert.
2. Stent nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Stegelemente (3.1) eines ersten Stützabschnitts (2.1) sowie der beiden in Umfangsrichtung zu beiden Seiten des ersten Stützabschnitts (2.1) angeordneten zweiten Stützabschnitte (2.2, 2.3) mäanderförmig in Längsrichtung des Stents verlaufen und die ersten Angriffspunkte (4.1, 4.3) erster Verbindungsstege (4) an dem ersten Stützabschnitt (2.1) und die zweiten Angriffspunkte (4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) an einem der

zweiten Stützabschnitte (2.2, 2.3) angreifen, wobei die ersten und zweiten Angriffspunkte (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) in einer ersten Längsrichtung (6.1) des Stents zueinander beabstandet sind und die ersten Verbindungsstege (4) derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) in Längsrichtung des Stents beim Expandieren des Stents in der gleichen Weise ändert.

3. Stent nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Angriffspunkte (4.1, 4.3) und/oder die zweiten Angriffspunkte (4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) im Bereich eines Wendepunkts (5), insbesondere am Wendepunkt (5), des betreffenden Stegelementes (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') angeordnet sind.
4. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Verbindungsstege (4; 4') im wesentlichen geradlinig ausgebildet sind.
5. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungslinie zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) im wesentlichen in Längsrichtung des Stents verläuft.
6. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Stützabschnitt (2, 2.1, 2.2, 2.3; 2') von einem in Längsrichtung des Stents mäanderförmig verlaufenden Stegelement (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') gebildet ist, wobei je zwei in Längsrichtung des Stents benachbarte, zwischen den Wendepunkten (5) verlaufende Stegelementabschnitte (3.4, 3.5) die Schenkel eines V bilden.
7. Stent nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Stegelement-

abschnitte (3.4, 3.5) einen Winkel zwischen 80° und 100° , vorzugsweise 90° , einschließen.

8. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stegelemente (3.1, 3.2, 3.3; 3') der ersten und zweiten Stützabschnitte (2.1, 2.2, 2.3) im wesentlichen den selben periodischen Verlauf aufweisen und die Länge der ersten Verbindungsstege (4) derart gewählt ist, dass die benachbarten Stegelemente (3.1, 3.2, 3.3) im ersten Zustand des Stents um bis zu einer Viertelperiode zueinander in Längsrichtung des Stents versetzt sind.
9. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stegelemente (3.1, 3.2, 3.3) der ersten und zweiten Stützabschnitte (2.1, 2.2, 2.3) im wesentlichen den selben periodischen Verlauf aufweisen und die Länge der ersten Verbindungsstege (4) derart gewählt ist, dass die benachbarten Stegelemente (3.1, 3.2, 3.3) im zweiten Zustand des Stents bezüglich der Längsrichtung des Stents zueinander im wesentlichen in Phase verlaufen.
10. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stegelemente (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') zur Erhöhung der Flexibilität des Stents ausgebildet sind.
11. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Stützabschnitt (2, 2.1, 2.2, 2.3; 2') von einem Stegelement (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') gebildet ist, dessen Krümmungsrichtung sich im Mittenbereich zwischen zwei Wendepunkten (5) ändert.
12. Katheter zur Stentimplantation mit einem Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Zusammenfassung

Stent, insbesondere Koronarstent, zum Expandieren von einem ersten Zustand in einen aufgeweiteten zweiten Zustand, in dem er ein Gefäß aufgeweitet hält, mit einem rohrförmigen Körper, dessen Mantel (1) von einer Anzahl in Längsrichtung des Stents verlaufender Stützabschnitte (2) aus Stegelementen (3) gebildet ist, die über Verbindungsstege (4) verbunden sind, wobei eine Anzahl von Stützabschnittgruppen (1.1) mit wenigstens einem ersten Stützabschnitt (2.1) und einem in Umfangsrichtung des Stents benachbarten zweiten Stützabschnitt (2.2, 2.3) vorgesehen ist, deren Stegelemente (3.1, 3.2, 3.3) mäanderförmig in Längsrichtung des Stents verlaufen, und wobei die ersten Angriffspunkte (4.1, 4.2) erster Verbindungsstege (4) an dem ersten Stützabschnitt (2.1) und die zweiten Angriffspunkte (4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) an dem zweiten Stützabschnitt (2.2, 2.3) angreifen, wobei die ersten und zweiten Angriffspunkte (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) in Längsrichtung des Stents zueinander beabstandet sind und die ersten Verbindungsstege (4) derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) in Längsrichtung des Stents beim Expandieren des Stents zur Kompensation der Verkürzung der Stützabschnitte ändert.

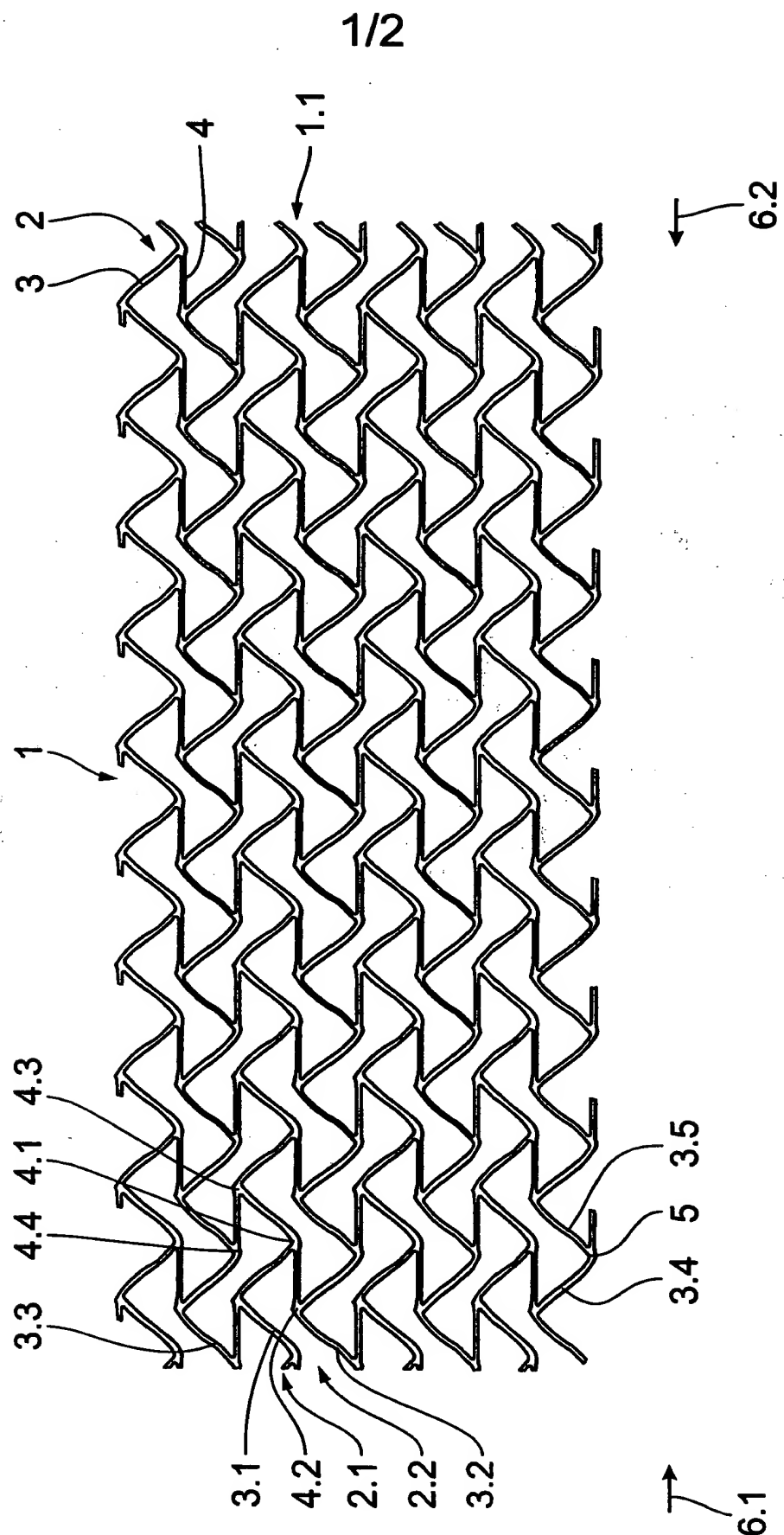


Fig. 1

2/2

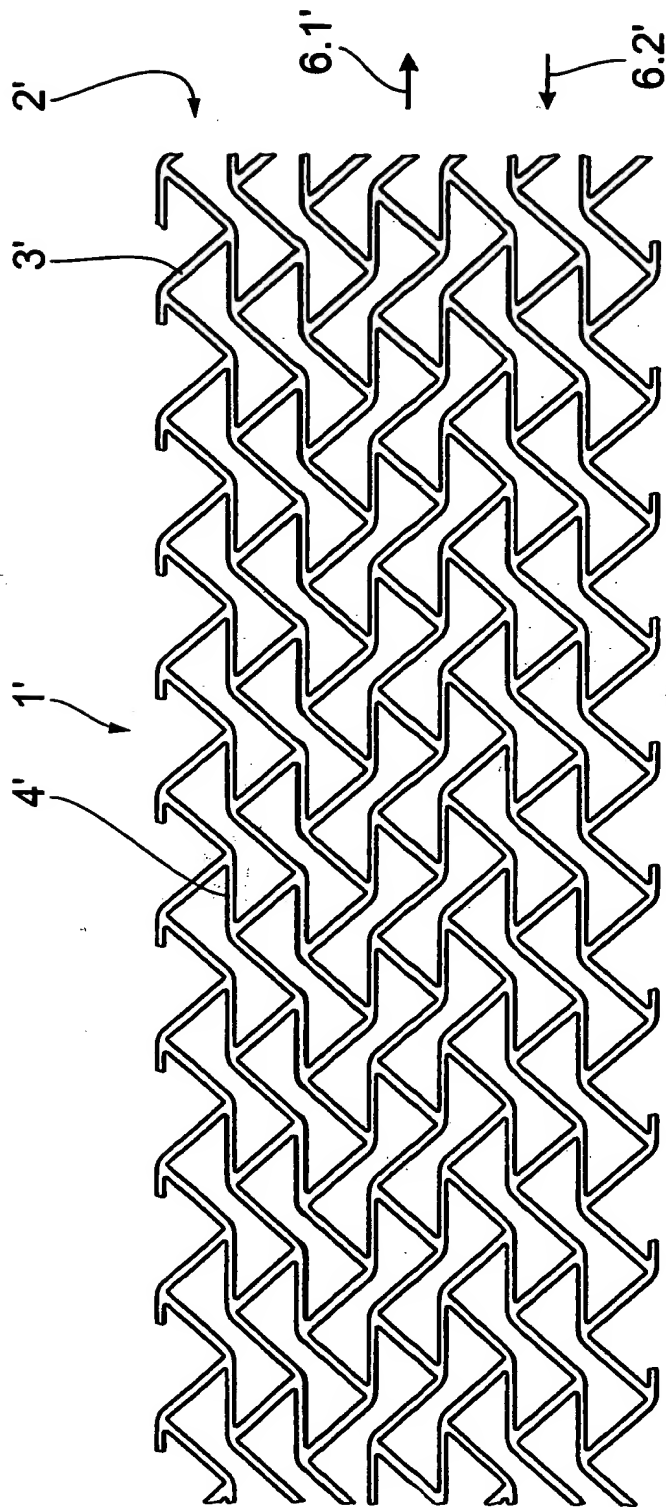


Fig. 2